

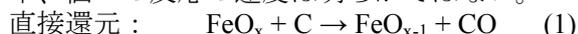
J304

酸化鉄の微細化と熱可塑性炭材の使用による
炭材内装鉄の還元速度向上と速度向上機構

(京大工) ○ (正) 三浦孝一* (学) 川成将人 (正) 蘆田隆一

一般的な高炉原料である焼結鉄や鉄鉱石ペレットに比べて低温域で還元反応が起こる鉄鉱石/炭材コンポジットは (IOC)、新しい製鉄原料形態の一つとして期待されている¹⁾。

我々は~50 nm の Fe_2O_3 粒子とある種の炭材を単に混合して不活性ガス中で加熱するだけで、 Fe_2O_3 粒子は 650°C以下で完全に還元されることを見出した²⁾。鉄鉱石の還元反応は次の3つの反応により進行するが、これらの反応の相対的な寄与率、個々の反応の速度は明らかではない。



本研究では、ナノサイズからサブ mm サイズの Fe_2O_3 粒子と炭材のコンポジットを調製し、IOC中の鉄鉱石の還元の機構と速度を検討した。

1. 実験方法

粒径が 25-50 nm (Nano- Fe_2O_3 と略記) と 150-300 μm (Micro- Fe_2O_3) の Fe_2O_3 粒子 (ALDRICH) と、鉄物質を含まないイオン交換樹脂 (三菱化学、WK11、Resin と略記) ならびにそれを 500°Cで炭化したもの (Coke) を 500°Cの時点で 58:42 の質量比になるよう単純に混合して IOC を調製した。約 20 mg の IOC 試料をヘリウム雰囲気下で昇温速度 10 K/min 1350°Cまで加熱し、熱天秤 (島津: TG-50H) で重量変化を測定するとともに、出口ガスをマイクロ GC (GL サイエンス: CP4900) で分析した。CO、 CO_2 の生成量から次式により酸化鉄の還元率 (RR) を導出した。比較のために CO_2 雰囲気中でも同様の実験を実施した。

$$RR = \frac{\text{生成したCO, CO}_2\text{中の酸素原子 [mol]}}{\text{反応前の酸化鉄中の酸素原子 [mol]}} \quad (4)$$

還元の様子を直接観察するために、試料約 100 mg を加熱しながら高速測定可能な XRD 装置 (RIGAKU、Ultima IV) を用いて XRD 回折測定を実施した。また還元途中の試料の TEM (JEOL: JEM-1010) による観察を実施した。

2. 結果と考察

図 1 に還元率の温度による変化を示す。Nano- Fe_2O_3 /Resin 中の Nano- Fe_2O_3 粒子は、他試料と比べて 400°Cも低い 550-650°Cで1段階で還元された。In situ XRD の測定結果からも 650°Cで還元が完結することが確認された。

図 2 は、Nano- Fe_2O_3 /Resin 加熱した試料の TEM 写真を示す。500°C、580°Cにおいては Fe_2O_3 粒子がそれぞれイオン交換樹脂の熱分解で生じた厚さ 2 nm 程度のアモルファス炭素で均一に覆われてお

り Fe_2O_3 粒子は炭素と非常に良好に接触している。還元が完結した 900°Cでは Fe_2O_3 粒子が合一して大きくなっていることがわかる。

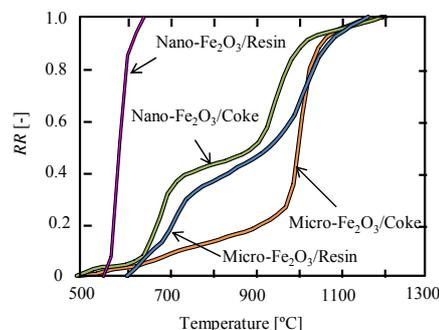


図 1 IOC 試料の還元曲線

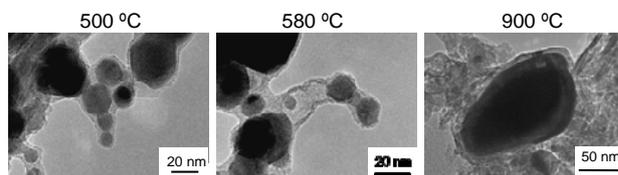
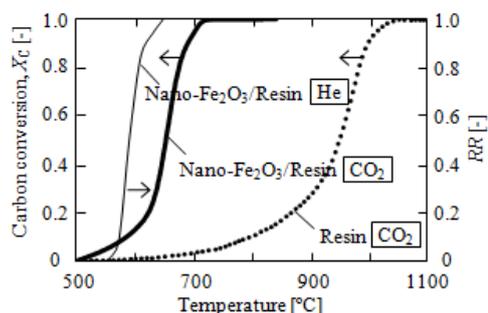


図 2 IOC 試料の還元に伴う変化

図 3 IOC 試料、Resin CO_2 雰囲気での反応

還元時の生成ガスは CO が大部分であることと、Resin の CO_2 によるガス化速度が非常に遅い(図 3)ことから、還元は主として固固反応である直接還元(1)によるものであることを明らかにした。これは、Nano- Fe_2O_3 /Resin を CO_2 中で反応させると迅速に炭素がガス化されること(図 3)からも裏づけられた。また、 CO_2 雰囲気中での反応の解析から直接還元反応速度を精度よく測定できる可能性が示唆された。

【謝辞】本研究は、鉄鋼協会「鉄石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御研究会 (主査: 清水正賢九州大学教授)」で得られた成果である。

参考文献

(1) Y. Matsui et al. *ISIJ Int.*, **43** (2003), 1904.

(2) 川成、蘆田、三浦、*CAMP-ISIJ* 22(2009), 763.

*TEL: 075-383-2663, FAX: 075-383-2663

E-mail: miura@cheme.kyoto-u.ac.jp